

PAT-NO: JP407328360A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07328360 A

TITLE: POROUS SILICON CARBIDE HEATER

PUBN-DATE: December 19, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NISHIMASU, SEKI

SATO, AKIHIKO

ITO, WATARU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

TOKAI KONETSU KOGYO CO LTD

N/A

APPL-NO: JP06126348

APPL-DATE: June 8, 1994

INT-CL (IPC): B01D039/20

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a porous silicon carbide heater for increasing filter efficiency while retaining strength and durability.

CONSTITUTION: A porous silicon carbide heater comprises a recrystallized silicon carbide body having the average pore diameter of 20 $\mu$ m to 40 $\mu$ m and void of 40% or over and power applying means constituted of heat-resistant electrodes provided at both ends of recrystallized silicon carbide and power is applied to the heater through heat-resistant electrodes to generate heat resistance, and soot and the like in exhaust gas adhering pores are burnt and removed by raising the temperature up to approximately 800 $^{\circ}$ C or over to prevent the clogging of pores.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-328360

(43) 公開日 平成7年(1995)12月19日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

B 0 1 D 39/20

識別記号

D

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-126348  
(22) 出願日 平成6年(1994)6月8日

(71) 出願人 000219750  
東海高熱工業株式会社  
東京都新宿区西新宿6丁目14番1号  
(72) 発明者 西増 貴  
愛知県刈谷市板倉町3-8-17  
(72) 発明者 佐藤 明彦  
愛知県名古屋市南区桜本町128番地  
(72) 発明者 伊藤 渉  
宮城県柴田郡柴田町北船岡1-14-11  
(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外7名)

(54) 【発明の名称】 多孔質炭化珪素ヒータ

(57) 【要約】

【目的】 強度又は耐久性を維持しつつ、フィルター効率を増大させる多孔質炭化珪素ヒータを提供することにある。

【構成】 平均細孔直径が20 $\mu$ m乃至40 $\mu$ m、且つ気孔率が40 p%以上である再結晶質炭化珪素体と、該再結晶質炭化珪素体の両端に設けられた、耐熱性電極からなる通電手段を備えた多孔質炭化珪素ヒータによれば、耐熱性電極を介してヒータに通電させ、抵抗発熱を起こさせ、約800 $^{\circ}$ C以上の高温にすることにより孔に付着した排気ガス中のスス等を燃焼除去して、孔の目詰まりを防止することができる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 平均細孔直径が20 $\mu$ m乃至40 $\mu$ m、且つ気孔率が40%以上である再結晶質炭化珪素体と、該再結晶質炭化珪素体の両端に設けられた、耐熱性電極からなる通電手段とを有することを特徴とする多孔質炭化珪素ヒータ。

【請求項2】 断面形状がハニカム状であることを特徴とする請求項1に記載の多孔質炭化珪素ヒータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、自己発熱性と汎過性を兼備した多孔質炭化珪素ヒータに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、内燃機関、特にディーゼルエンジンの排気ガスの処理が環境問題の一つとして取上げられている。ディーゼルエンジンの排気ガスは、NO<sub>x</sub>などの窒素酸化物系の気体や黒煙（スス）等を含む。このうち、ススの処理技術については、酸化物セラミックスに白金を担持した、断面形状がハニカム状フィルターでススを吸着させて除去する方法が考え出されている。また、他の技術としては、特公平2-30287号公報に開示されているように、優れた耐熱性、耐酸化性および耐食性等からヒータ材料としての実績を有する再結晶質炭化珪素からなる自己発熱性フィルターが知られている。この自己発熱フィルターは、多孔性発泡体を再結晶質炭化珪素で置換して製造されたもので、平均細孔直径は1mm乃至10mm程度である。さらに、平均細孔直径20乃至30 $\mu$ m、気孔率20乃至25%である炭化珪素ヒータも使用されている。この炭化珪素ヒータは、一般的にパイプ状ヒータを並べた構造で、パイプ表面に排気ガスが接触し、処理されるようになっている。これら平均細孔直径がmmレベルの炭化珪素ヒータと $\mu$ mレベルの炭化珪素ヒータとは、フィルターとしての機能が異なっている。即ち、mmレベルの炭化珪素ヒータの場合には、排気ガスは炭化珪素組織の中を通過せず、mmレベルの気孔の中を単に通過するのに対し、 $\mu$ mレベルの場合には排気ガスは炭化珪素組織の中を通過する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような排気ガス（スス等）の処理技術のうち上記ハニカム状のフィルターにあっては、ススによって目詰まりを起こし、排気しにくくなるため、詰まったススを除去する必要がある。ススの除去方法として実用化されているものには、セラミックスフィルターに吸着したススを、空気噴射で払い落とし、ヒータで燃焼させる方法がある。しかし、この方法を実施するための空気噴射装置が大型で、ディーゼルエンジン等の内燃機関車両に限られた下部スペースに設置するのは困難である。また、平均細孔直径がmmレベルの上記炭化珪素ヒータにあっては、自己発熱によってスス等を燃焼除去して孔の目詰まりを防止することができ

るが、製造方法に起因して均一な組織とならないため、発熱むらを生じたり、又は大きな平均細孔直径に起因して発熱時に熱応力で割れが発生したり、或はススの吸着が悪く、燃焼効率が悪いという問題があり、発熱機能を有するフィルターとしては実用化されていない。さらに、平均細孔直径が $\mu$ mレベルの上記炭化珪素ヒータにあっては、平均細孔直径が約20乃至30 $\mu$ mとかなり補修効率の良い細孔を有しているにもかかわらず、気孔率が20乃至25%とかなり小さいため、排気ガスが組織内を通過しにくく、ヒータ表面のみの排気ガス処理となり、フィルター機能を発揮できないという欠点があった。また、この程度の気孔率では、かさ比重が大きくなり所定の電力では、必要な温度に上がらないという欠点も有しており、この気孔率のアップが、本用途のヒータとして必修条件となってきた。そのために、従来の炭化珪素質ヒータを、例えば、成形密度を下げることによって多孔質な材料として成形することが考えられるがこの方法は、強度又は耐久性が著しく低下したヒータ材料になってしまう。従ってフィルターの目詰まりを防止しつつフィルター機能を発揮できる材料とするためには、強度または耐久性を維持したまま多孔質にしなければならない。

【0004】そこで、本発明の目的は、強度または耐久性を維持しつつ、フィルター効率を増大させる多孔質炭化珪素ヒータを提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の目的を達成すべく、本発明の多孔質炭化珪素ヒータにあっては、平均細孔直径が20 $\mu$ m乃至40 $\mu$ m、且つ気孔率が40%以上である再結晶質炭化珪素体と、該再結晶質炭化珪素体の両端に設けられた、耐熱性電極からなる通電手段を備えた構成としてある。又、断面形状がハニカム体であってもよい。上記の数値のうち特に、好ましいのは平均細孔直径が30 $\mu$ m程度で気孔率は50乃至60%程度が、フィルター機能が良好であるだけでなく熱容量的にも好ましいレベルである。平均細孔直径が20 $\mu$ mに満たない場合には、炭化珪素組織内を流れる排気ガスの圧力損失が大きく、事実上フィルター機能を発揮することができない。又、平均細孔直径が40 $\mu$ mを超える場合には、気孔径が大きすぎて、炭化珪素ヒータ自体の強度又は耐久性を確保することができないし、スス或いは悪臭などの微粒子がフィルターと接触する確率が低くなり、微粒子を燃焼除去することが困難となる。また、ガスに持ち去られる熱量も多く、所定電力を印加してもヒータアップしない。さらに、気孔率が40%に満たない場合には、各気孔の平均細孔直径が20 $\mu$ m乃至40 $\mu$ mであっても炭化珪素ヒータ全体として排気ガスとの接触面積を十分に確保できないため、十分なフィルタ効率を得ることができない。又、かさ密度が大きくなるため、重たくなることより、熱容量が大きく大電力が昇温

に必要となってくる。

【0006】排気ガスを効率良くフィルタ処理するためには、透過する排気ガスの単位体積当たりの接触面積を大きくし、且つ排気ガスの圧力損失を小さくする必要がある。そのためには、大きな気体透過性が必要であり、気体透過性を大きくするためには、連続した気孔を多数設けるのが有効である。そこで特に断面形状がハニカム状の炭化珪素ヒータを採用した。気孔率は40%以上であって、その上限は特に限定されないが、平均細孔半径が20乃至40 $\mu\text{m}$ を維持しながら気孔率を上げていくと、全体との強度耐久性に問題が出てくるので現実的には70%が限界といえる。また、ヒータの強度は、その形状に支配され特に限定されないが本発明の一実施例にあるハニカム形状であれば、素体の強度は15MPa程度で十分使用可能である。

【0007】

【作用】以上の構成を有する本発明の多孔質炭化珪素ヒータによれば、耐熱性電極を介してヒータを通电させ、抵抗発熱を起こさせ、約800℃以上の高温にすることにより孔に付着した排気ガス中のスス等を燃焼除去して、孔の目詰まりを防止することができる。又、平均細孔直径を20 $\mu\text{m}$ 乃至40 $\mu\text{m}$ 且つ気孔率40%以上とすることにより、ヒータ自身の強度又は耐久性等を確保しつつ圧力損失を小さくして炭化珪素の内部組織まで排気ガスを透過させ、ヒータ全体としてのフィルタ効率を増大させることができる。加えて、ヒータの断面形状をハニカム状とすることにより、ヒータ自身の強度をさらに確保しつつ、排気ガスとの接触面積を増大させて、さらにフィルタ効率を上げることができる。

【0008】

【実施例】以下に本発明の実施例を詳細に説明する。  
第1実施例（平均細孔直径30 $\mu\text{m}$ 、気孔率60%）  
平均粒径80 $\mu\text{m}$ の $\alpha$ -炭化珪素粉末を90wt%、粒成長を促進させるために、平均粒径数 $\mu\text{m}$ の微粉の $\alpha$ -炭化珪素粉末を10wt%加えて混合炭化珪素粉末とする。次にこの混合炭化珪素粉末に対し、結合剤としてセルロース系バインダーをout 4wt%、気孔生成剤としてくみ粉out 1wt%、粒成長促進剤としてFe-Siをout 1%添加し、水分を12%加え、混合する。次に押合後、パイプ状に加圧成形した。この成形体を、2200℃、N<sub>2</sub>雰囲気中で焼成し、両端にSiを含浸した後、Alの溶射により電極部を形成し、多孔質炭化珪素ヒータを製造した。なおこれらの添加剤は、焼成段階で焼失若しくは炭化珪素に転化し、且つ電気伝導性を維持するものである。製造した多孔質炭化珪素ヒータは、外径 $\phi$ 10mm、内径 $\phi$ 8mm、発熱部の長さ370mm、端部（電極部）の長さ20mm、全長410mmのものであった。この多孔質炭化珪素ヒータのヒータ特性としては、表面温度が1000℃のとき、電圧115V、電流15A、比抵抗0.07 $\Omega\cdot\text{cm}$ であった。

【0009】又、物理特性としては、曲げ強さ25MPa、気孔率60%、見掛け比重3.20、嵩比重1.28、平均細孔半径30 $\mu\text{m}$ であった。該ヒータをディーゼルエンジンに取り付けて走行試験を行った。排気ガスはパイプ状のヒータの内部から各気孔を通してヒータの内部組織を通過し、ヒータの外部に流出するようにした。該ヒータを、800℃に加熱して、60km/hの速度で5%の上り坂を60分間走行した場合、圧力損失としては400mmAqと非常に小さく、又捕集効率としては70%と効率が良い結果が得られた。又、本ヒータを用いて、10分ON-10分OFFの断続通電テスト（ON時ヒータ表面温度1000℃）を行った場合、6000サイクル後の抵抗増加率は8%であった。酸化によって抵抗増加率が大きくなる炭化珪素の特質を利用して、抵抗増加率によって耐酸化性を評価すれば、完全に劣化する時は抵抗増加率は約20%となるため、この8%は極めて良好な耐酸化性を示していることがわかる。製造方法による違いが気孔率、平均細孔半径及び曲げ強度に与える影響を知るために、80 $\mu\text{m}$ の平均粒径の $\alpha$ -炭化珪素粉末に有機バインダーを5wt%添加し、水分を15%加え、押合後上記実施例と同一成形法、焼成法によって炭化珪素体をさらに製造した。この炭化珪素体の物理特性としては、気孔率50%、平均細孔直径25 $\mu\text{m}$ であったが、曲げ強度が25MPaから10MPaと低下し、保形性に問題があり、実用に耐えなかった。又平均細孔半径も若干小さい結果であった。

【0010】以上のように本実施例において、平均粒径数 $\mu\text{m}$ の $\alpha$ -炭化珪素粉、クルミ粉及びFe-Siの添加が気孔径を大きくし、さらに結合組織を強化させるという知見を得た。即ち、気孔径を大きくし、且つ十分な粒成長を達成するためには気孔生成剤と、粒成長促進剤が必要であり、粒成長促進剤は、炭化珪素粒を粒成長させるだけでなく、再結晶時に生成される炭化珪素同士のつながり部を太くする効果を有する。このようにして炭化珪素粒子間の結合部を大きくしているため気孔径を大きくしても、一定の強度又は耐久性を有する多孔質材料を製造することができる。

第2実施例（平均細孔直径30 $\mu\text{m}$ 、気孔率50%）  
断面形状がハニカム状の多孔質炭化珪素ヒータを、結合剤等以外は第1実施例に示した製造方法と略同様な方法で製造した。一般的にハニカム状セラミックスに使用される原料は、その成形性から10 $\mu\text{m}$ 以下の微粒子が用いられている。しかし、気孔径の大きな多孔質材料で、粒子間の結合部を太くするためには、元々の炭化珪素粒子もある程度大きくしなければならない。かかる事情を鑑み、小変系バインダーとシリコン系の潤滑剤を用いることにより、粗い原料を用いてハニカム形状の成形を行った。

【0011】製造したハニカム形状の多孔質炭化珪素ヒータは、外径寸法：64.5 $\times$ 42mmで、3mm角のセル孔

を14列×9行もち、各セルの厚みは1.5mm、発熱部の長さ400mm、電極部の長さ各70mmのものであった。該ヒータのヒータ特性の評価として、各セル内の温度分布を測定した。測定は、外表面からの熱放散による温度バラツキを少なくするために、ヒータの表面に断熱材を\*

\*厚さ40mm巻き、表面温度を800℃に保持して測定した。結果を表1に示す。

【0012】

【表1】

表1. 温度分布(℃)

列													
行1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	791	794	796	798	799	800	800	799	799	798	796	795	792
2	793	796	798	798	800	802	805	804	803	801	798	797	796
3	796	797	800	802	805	809	812	814	810	805	802	800	798
4	797	800	802	805	809	815	817	819	815	811	807	805	802
5	799	801	805	809	814	818	821	822	818	815	810	807	804
6	798	800	802	806	810	816	818	819	815	810	806	805	802
7	796	798	801	802	804	809	812	814	811	804	803	800	798
8	795	796	799	800	802	804	805	804	805	803	800	798	797
9	793	794	796	798	799	800	800	799	799	798	796	795	792

表1からわかるように、各セル内の温度はヒータの内側のセルから外側のセルに向かって略下がっていることがわかる。セル内の最高温度、最低温度は、それぞれ822℃(5行×8列)、791℃(1行×1列)であり、最大温度差は31℃であった。

【0013】また、該ヒータのフィルター特性として、圧力損失を測定したところ、72mmHgであった。該ヒータの物理特性は、気孔率50%、平均細孔半径30μmであった。

※【0014】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、強度又は耐久性を確保しつつ、フィルター効率を増大させた多孔質炭化珪素ヒータを提供することができる。さらに、同じフィルタ効率を達成するのに、従来の炭化珪素ヒータに較べてヒータ本数の削減等設備の小型化を図り、省スペースを達成することができるので、ヒータのディーゼルエンジン等の内燃機関車両への設置が非常に容易となる。

※